

**Matti Roiha**

**SINKKITUOTTEIDEN PUNNITUS- JA  
MERKINTÄLINJASTON KÄYTTÄJÄHUOLLON  
KEHITTÄMINEN**

**Opinnäytetyö  
CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Huhtikuu 2013**

**TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ**

<b>Yksikkö</b> Kokkola-Pietarsaari	<b>Aika</b> Huhtikuu 2013	<b>Tekijä</b> Matti Roiha
<b>Koulutusohjelma</b> Kone- ja tuotantotekniikka		
<b>Työn nimi</b> SINKKITUOTTEIDEN PUNNITUS- JA MERKINTÄLINJASTON KÄYTTÄJÄHUOLLON KEHITTÄMINEN		
<b>Työn ohjaaja</b> Ilkka Rasehorn		<b>Sivumäärä</b> 32 + 4
<b>Työelämäohjaaja</b> Mika Virtanen		
<p>Tämä opinnäytetyö on tehty Boliden Kokkola Oy:lle ja sen tarkoituksena oli kehittää Kokkolan syväsatamassa sijaitsevan tuotetoimiston punnituslinjaston käyttäjäkunnossapitoa ja tehdä kirjalliset ohjeet nykyisistä käyttäjähuollon toimenpiteistä. Työssä pohditaan myös mahdollisia parannuksia, joita voitaisiin tehdä käyttäjähuollon toimenpiteisiin, aikatauluihin ja töiden kirjaukseen.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään kunnossapidon määritelmiä, total productive maintenance- eli TPM-filosofiaa, 5S-organisointimenetelmää, käyttäjäkunnossapitoa, käyttäjäkeskeistä luotettavuutta, teollisuuden tunnuslukuja ja voitelua. Näiden aihealueiden pohjalta työssä ideoitiin parannusehdotuksia käyttäjäkunnossapidon suorittamiseen ja parantamiseen.</p>		

**Asiasanat**

5S, ODR, TPM, käyttäjäkunnossapito

## ABSTRACT

<b>Unit</b> Kokkola-Pietarsaari	<b>Date</b> April 2013	<b>Author</b> Matti Roiha
<b>Degree programme</b> Mechanical and Production Engineering		
<b>Name of thesis</b> IMPROVING THE USER MAINTENANCE OF THE WEIGHING AND MARKING LINE OF ZINC PRODUCTS		
<b>Instructor</b> Ilkka Rasehorn		<b>Pages</b> 32 + 4
<b>Supervisor</b> Mika Virtanen		
<p>This thesis was commissioned by Boliden Kokkola Oy. All of the zinc produced at Boliden Kokkola is weighed at the weighing line in the product office, which is located at the deep port. The object of this thesis was to improve the user maintenance of the weighing line and to create instructions of the current maintenance operations. This thesis also suggests possible improvements that could be implemented to the maintenance operations, schedules and logging of completed tasks.</p> <p>The theory part of this thesis discusses different definitions of maintenance, total productive maintenance, the 5S organisation method, operator driven reliability, maintenance key performance indicators and lubrication. Based on these topics improvement suggestions of implementing and developing user maintenance were suggested.</p>		
<b>Key words</b> 5S, ODR, TPM, user maintenance		

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2 BOLIDEN KOKKOLA OY</b>	<b>2</b>
2.1 Yritys	2
2.2 Sinkin tuotantoprosessi	3
<b>3 TUTKIMUSONGELMA</b>	<b>5</b>
<b>4 PUNNITUSLINJASTO</b>	<b>6</b>
4.1 Syöttökuljetin	6
4.2 Keskitys- ja oikaisulaite	7
4.3 Haarukkavaunu 1	7
4.4 Poikittaiskuljetin	8
4.5 Oikaisupuristin ja sidontalaite	8
4.6 Haarukkavanu 2	10
4.7 Vaaka	10
4.8 Poistokuljetin	11
4.9 Mustesuihkumerkintälaite ja tarra-applikaattori	12
4.10 Värimerkintälaite	13
4.11 Parittaja	14
4.12 Koepainonostin nro 65	14
4.13 Nosturi nro 38	15
<b>5 KUNNOSSAPITO</b>	<b>16</b>
5.1 Kunnossapitolajit	16
5.2 Tuottava kunnossapito	18
5.3 5S	19
5.4 Käyttäjäkunnossapito	19
5.5 ODR	20
5.6 Kunnossapidon tunnusluvut	21
5.7 Voitelu	22
<b>6 KÄYTTÄJÄHUOLLON TOIMENPITEET</b>	<b>24</b>
<b>7 PARANNUSEHDOTUKSIA</b>	<b>27</b>
<b>8 YHTEENVETO</b>	<b>30</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>31</b>
<b>LITTEET</b>	
<b>LIITE 1. Käyttäjähuollon Viikkokartta</b>	
<b>LIITE 2. Käyttäjähuollon muutettu viikkokartta viikko 1</b>	
<b>LIITE 3. Käyttäjähuollon muutettu viikkokartta viikko 2</b>	
<b>LIITE 4/1-4/12. Käyttäjähuollon ohjeet</b>	

## 1 JOHDANTO

Boliden Kokkola on yli 314 000 tonnin vuotuisella tuotantokapasiteetillaan Euroopan toiseksi suurin sinkkitehdas, ja kaikki tuo sinkki on punnittava ennen sen lähettämistä asiakkaille. Sinkin punnitus tapahtuu syväsataman tuotetoimistossa, ja prosessin keskeytyminen merkitsee myös toimitusten keskeytymistä. Käyttäjähuollolla tarkoitetaan laitteiston käyttäjien tekemää määräaikaisia tarkistuksia, puhdistuksia ja huoltotoimenpiteitä laitteiston eri koneille. Käyttäjähuollon tavoitteena on huoltaa laiteita ja havaita laitteiston vika, ennen kuin se aiheuttaa laitteiston rikkoutumisen ja täten punnitusprosessin keskeytymisen. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää punnituslinjaston huoltoa ja tarkistusta vaativat kohteet ja tehdä saaduista tiedoista ohjeistus käyttäjähuollon toimenpiteistä. Valitsin tämän opinnäytetyön, koska sen aihe liittyi olennaisesti opintojeni suuntautumiseen eli kunnossapitoon ja koska olen työskennellyt satamassa kahteen otteeseen autonlastaajana.

## **2 BOLIDEN KOKKOLA OY**

Boliden Kokkolan päätuote on sinkki, joka on maailman neljänneksi käytetyin metalli. Sinkin suuren suosion syynä on sen korroosionkestävyys, joka antaa metallituotteille pidemmän elinkaaren. Pitkä elinkaari tarkoittaa myös sitä, että sinkin käyttö edesauttaa kestävästä kehitystä. (Boliden Kokkola Oy 2013.)

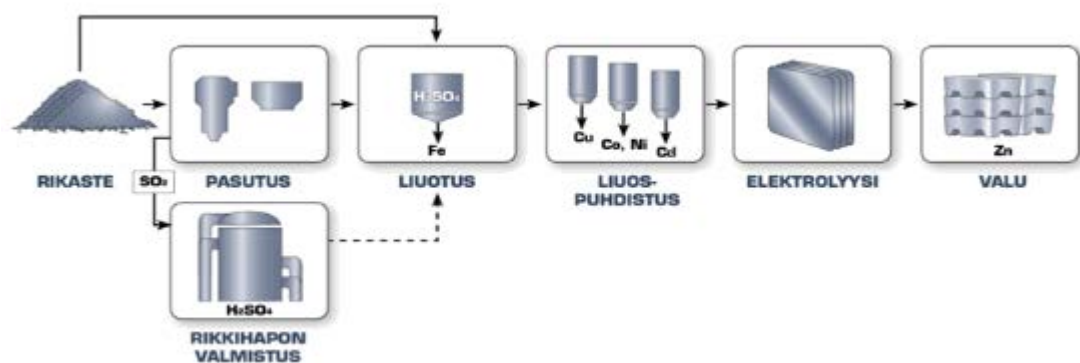
### **2.1 Yritys**

Boliden Kokkola Oy on paitsi maailman kuudenneksi ja Euroopan toiseksi suurin sinkkitehdas, myös yksi maailman kustannustehokkaimmista ja moderneimmista sinkkitehtaista. Tehtaan päätuote on korkealaatuinen SHG-sinkki ja sinkitystuotteet, ja tuotannosta 85 prosenttia menee vientiin. Tehdas tuottaa myös sivutuotteena rikkihappoa ja höyryä. Vuoden 2011 lopussa sinkkitehdas työllisti 542 henkilöä, mikä tekee siitä Kokkolan suurimman yksityisen työnantajan. Työntekijöiden keski-ikä on 43 vuotta ja naisten osuus työvoimasta on 17,2 prosenttia. (Boliden Kokkola Oy 2013.)

Boliden Kokkolan emoyhtiö on Boliden AB. Konsernin pääkonttori on Ruotsissa, ja sillä on tehtaita Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa sekä kaivoksia Ruotsissa ja Irlannissa. Konsernin päätuotteet ovat sinkki ja kupari. (Boliden Kokkola Oy 2011.) Kokkolan sinkkitehtaan tarina alkoi vuonna 1969, kun kaksi vuotta tekeillä ollut Outokummun sinkkitehdas aloitti sinkintuotannon. Tehtaalte on tehty vuosien varrella neljä laajennusta, vuosina 1974, 1988, 1998 ja 2001, ja nämä nostivat tehtaan kapasiteetin ensin 150 000 tonniin, sitten 170 000 tonniin, 225 000 tonniin ja lopulta 260 000 tonniin. Sinkkitehdas siirtyi Boliden AB:n omistukseen vuonna 2004. Vuonna 2012 tehdas saavutti uuden tuotantoennätyksen, 314 742 tonnia. (Boliden Kokkola Oy 2013.)

## 2.2 Sinkin tuotantoprosessi

Sinkkirikasteen matka puhtaaksi sinkiksi tapahtuu kuudessa vaiheessa. Vaiheet ovat kuvion 1 mukaisesti pasutus, liuotus, liuospuhdistus, elektrolyysi ja valu. (Boliden Kokkola Oy 2012a.)



KUVIO 1. Sinkin tuotantoprosessi (Boliden Kokkola Oy 2012a.)

Tuotantoprosessin ensimmäisessä vaiheessa, pasutuksessa, erilaisten rikasteiden sekoituksesta koostuvasta sinkkirikasteesta poistetaan rikki polttamalla se noin 950-asteisessa pasutusuunissa. Pasutuksessa syntyy rikkidioksidipitoista kaasua, josta voidaan jäähdytyksen jälkeen valmistaa rikkihappoa ja erottaa elohopeaa. Myös kaasusta saatava lämpö hyödynnetään höyrynä. Rikaste sisältää ennen pasutusta noin 50 prosenttia sinkkiä, ja sitä voidaan prosessoida noin 40 tonnia tunnissa. (Boliden Kokkola Oy 2012b.)

Pasutuksessa syntynyt pasute sisältää 60 prosenttia sinkkiä, ja se liuotetaan rikkidioksidista valmistetussa rikkihapossa. Tässä vaiheessa syntyy sinkkisulfaattiliuosta, josta rauta on saostettu ja suodatettu pois jarsiittina. Pasutetta liuotetaan noin 30 tonnia tunnissa. Tietyissä tapauksissa rikaste on järkevämpi liuottaa ilman pasutusta suoraliuotusmenetelmällä. Tällä menetelmällä rikastetta voidaan liuottaa noin 25 tonnin tuntitahtia. (Boliden Kokkola Oy 2012c.)

Liuospuhdistus on kolmivaiheinen prosessi, jossa poistetaan sinkkisulfaattiliuokseen jääneitä pieniä määriä epäpuhtauksia. Liuospuhdistuksessa poistettu kupari ja koboltti käytetään Bolidenin Harjavallan tehtaalla kuparin valmistuksessa. Puhdistuksen jälkeen sinkkisulfaattiliuos jäähdytetään ja pumpataan elektrolyysiin. (Boliden Kokkola Oy 2012d.)

Elektrolyysissä alumiinista valmistettuihin alumiinilevyihin eli katodeihin johdetaan sähkövirtaa, jolloin anodi, tässä tapauksessa sinkki, saostuu levyksi niiden pinnalle. Sinkin annetaan kertyä katodin pinnalle 36 tunnin ajan, jonka jälkeen katodit poistetaan liuoksesta ja tilalle vaihdetaan uudet. Sinkkilevyt irrotetaan katodien pinnalta automaattisten irrotuskoneiden avulla. (Boliden Kokkola Oy 2012e.)

Irrotetut sinkkilevyt sulatetaan valimon induktiouunissa ja valetaan. Sinkit valetaan 25 kilon harkoiksi tai suuremmiksi, 1400:n, 2000:n tai 4000 kilon sinkkijumboiksi. Sinkkijumboihin voidaan seostaa muita metalleja asiakkaiden toiveiden mukaisesti. (Boliden Kokkola Oy 2012f.)

Sinkin annetaan jäähtyä valimon välivarastossa noin vuorokausi, ennen kuin se kuljetetaan satamassa sijaitsevaan tuotetoimistoon, jossa valetut tuotteet punnitaan ja lajitellaan tilauksen mukaan joko laiva- tai autokuljetuksiin. Tavoitteena on, että sinkki on punnittu ja valmis lähetykseen kahden vuorokauden kuluttua valimista. (Boliden Kokkola Oy 2012g.)



### 3 TUTKIMUSONGELMA

Kaikki teolliseen prosessiin liittyvät laitteet voivat vikaantua. Ehkäisevän kunnossapidon tarkoituksena on havaita ja korjata vika ennen laitteen rikkoutumista ja tuotannon keskeytymistä. Ehkäisevässä kunnossapidossa seurataan kohteen suorituskkyä tai sen parametreja ja toimitaan havaintojen mukaan. Seurantaa tehdään aikataulun mukaan, jatkuvasti tai tarpeen mukaan. (SFS-EN 13306 2010.)

Boliden Kokkolan punnituslinjaston kriittisyys on luokiteltu korkeimpaan eli A-luokkaan. Jos punnituslaitteisto vikaantuu, ei valettua sinkkiä saada punnittua ja tuotanto joudutaan keskeyttämään varastointitilan loppuessa. Tuotannon keskeytyminen aiheuttaa yritykselle mittavia tappioita toimitusten viivästyessä ja tuotannon ollessa pysähdyksissä.

Boliden Kokkolan punnituslinjaston käyttäjähuolto on toteutettu viikoittaisen käyttäjähuollon tehtävälistan muodossa, eli se noudattaa aikataulutettua seurantaa. Tarkistuslistassa on kohteita, joita työntekijän tulee tarkastaa ja ilmoittaa asiasta kunnossapidolle. Työn tekemiseen ei ole varsinaisia ohjeita, vaan korjaukset tehdään rutiinin mukaan. Ongelmia syntyy, jos työntekijä tekee tarkastuksia, joita hän ei ole ikinä tehnyt. Riskinä on myös, että ajan myötä työntekijät ajautuvat tekemään samoja tarkastustoimia ja yhden työntekijän poissaolo aiheuttaa jonkin kohteen jäämisen vähälle huomiolle. Tämän työn tarkoituksena oli tallentaa mahdollinen ”hiljainen tieto”, jota työntekijöille on kertynyt vuosien kokemuksesta ja samalla kehittää ohjeet, joiden avulla uusikin työntekijä osaa tehdä tarvittavat tarkastukset ja huoltotoimenpiteet. Punnituslinjaston laitteilla ei ole jatkuvaa kunnonvalvontaa, joten käyttäjien tekemät tarkastukset ovat ainut keino huomata laitteen mahdollinen vikaantuminen. Tämä lisää laitteiston säännöllisen tarkistusten tärkeyttä.

Ohjeiden tarkoituksena on ohjeistaa käyttäjien viikoittaisten tarkastusten, rasvausten ja puhdistusten tekemistä. Kun toimenpiteistä on kirjalliset ohjeet, minimoidaan inhimillisten erehdysten mahdollisuus ja varmistetaan, että kaikki tarvittavat toimenpiteet tehdään.

## 4 PUNNITUSLINJASTO

Kaikki Boliden Kokkola Oy:n tehtaan tuottama sinkki punnitaan ennen sen lähettämistä maailmalle. Punnitus tapahtuu syväsatamassa sijaitsevalla punnituslinjastolla, joka on jaettu ARTTU-kunnossapitojärjestelmässä seuraaviin laitteisiin: syöttökuljetin, keskitys- ja oikaisulaite, haarukkavaunu 1, poikittaiskuljetin, oikaisupuristin, sidontalaite, haarukkavaunu 2, vaaka, poistokuljetin ja parittaja, mustesuihkumerkintälaite, värimerkintälaite, koepainonostin n:o 65, nosturi n:o 38 sekä tarra-aplikaattori.

### 4.1 Syöttökuljetin

Juuri muoteista irrotetun jähmettyneen sinkin annetaan jäähtyä valimolla noin vuorokausi, ennen sen kuljettamista satamaan terminaalitraktorilla. Lasti puretaan terminaalitraktorista trukilla, joka siirtää sinkin kuviossa 2 kuvatulle syöttökuljettimelle. Syöttökuljetin on käytännössä vankkarakenteinen liukuhihna, joka kuljettaa tuotteen kuviossa 2 kuvatulle keskitys- ja oikaisulaitteelle.



KUVIO 2. Syöttökuljetin sekä keskitys ja oikaisulaite

## 4.2 Keskitys- ja oikaisulaite

Keskitys- ja oikaisulaite on nimetty kuvaavasti, sillä sinkki pysähtyy nostettavaan metallilevyyn, joka oikaisee mahdollisesti vinossa olevan tuotteen. Seuraavaksi laite työntää tuotetta molemmilta puolilta varmistaen, että tuote on keskellä. Kun sinkki on keskitetty, siirtyy laite takaisin aloituspaikkaan ja seuraava vaihe alkaa.

## 4.3 Haarukkavaunu 1

Kuviossa 3 esitelty haarukkavaunun 1 tehtävänä on toimia trukin tavoin ja nostaa oikaistut ja keskitetyt tuotteet piikeillään syöttökuljettimelta, ja siirtää ne poikittaiskuljettimelle.



KUVIO 3. Haarukkavaunu 1

#### 4.4 Poikittaiskuljetin

Kuvion 4 poikittaiskuljettimen toiminta on täsmälleen samaa kuin syöttökuljettimen, mutta se on pidempi kuin syöttökuljetin ja liikkuu eri suuntaan.



KUVIO 4. Poikittaiskuljetin

#### 4.5 Oikaisupuristin ja sidontalaite

Kuvion 5 oikaisupuristinta ja kuvion 6 sidontalaitetta käytetään vain käsiteltäessä 25 kilon harkoista koostuvia, noin tuhat kiloa painavia harkkonippuja. Muut tuotteet jatkavat poikittaiskuljettimella haarukkavaunu 2:lle. Oikaisupuristin varmistaa, että harkkonippu on suorassa, oikeassa kohdassa ja että harkkojen välit eivät ole suurentuneet harkkonippua liikuteltaessa. Tällä saadaan aikaan mahdollisimman tiiviitä nippuja, joiden sidontavanteet tulevat oikeaan kohtaan, jolloin nippujen tukevuus kuljetettaessa on paras mahdollinen.





KUVIO 5. Oikaisupuristin



KUVIO 6. Sidontalaite

Oikaisupuristimelta poikittaiskuljetin kuljettaa harkot sidontalaitteelle, joka sitoo harkkonipun tiiviiksi paketiksi neljällä metallivanteella, kahdessa vaiheessa. Metal-

livanteet tulevat kahdesta isosta metallivannerullasta nimeltään varasto yksi ja varasto kaksi.

#### 4.6 Haarukkavanu 2

Poikittaiskuljetin kuljettaa sidotut niput kuvion 7 haarukkavaunu 2:lle, joka nostaa tuotteet kuviossa 8 kuvatulle vaa'alle.



KUVIO 7. Haarukkavaunu 2

#### 4.7 Vaaka

Vaa'an tehtävä on punnita tuotteet. Vaa'alle nostetun tuotteen paino näkyy valvon järjestelmässä, josta punnitushenkilöstö kirjaa tuotteen painon ja yhdistää sen tietokantaan oikealle tuotenumeralle.



KUVIO 8. Vaaka

#### 4.8 Poistokuljetin

Haarukkavaunu 2 siirtää punnitun tuotteen vaa'alta kuvion 9 poistokuljettimelle. Poistokuljettimen reunoilla ovat mustesuihkumerkintälaitte, tarra-applikaattori ja värimerkintälaitte.



KUVIO 9. Poistokuljetin ja parittaja (ala-asennossa)

#### 4.9 Mustesuihkumerkintälaite ja tarra-applikaattori

Mustesuihkumerkintälaite piirtää musteella tuotteen tiedot suoraan sinkkiin, kun taas kuvion 10 tarra-applikaattori merkitsee tuotteeseen tiedot kylkeen liimattavalla tarralla. Tällä tavoin toimittaessa varmistetaan, että tuotteen laatu ja muut tiedot voidaan lukea, vaikka toinen merkintätapa olisi esimerkiksi vahingoittunut kuljetuksessa.





KUVIO 10. Tarra-applikaattori

#### 4.10 Värimerkintälaite

Värimerkintälaite, joka näkyy kuviossa 11, on maalausrobotti, joka maalaa tuotteeseen mahdollisesti tarvittavat värikoodit. Värikoodit ovat erivärisiä viivoja tuotteen päällä tai reunassa, ja niillä pyritään helpottamaan tuotteiden lajittelua niiden saapuessa asiakkaalle tai laivaa lastattaessa. Tiedot tuotteen mahdolliseen maalaamiseen tulevat automaattisesti tietokannasta.



KUVIO 11. Värimerkintälaitte

#### **4.11 Parittaja**

Parittaja on osa poistokuljetinta, joka pysäyttää tuotteen nostettavaan metallilevyyn. Kun levy on alhaalla, tuote pysähtyy siksi aikaa, että poistokuljetin tuo seuraavan tuotteen kiinni edelliseen, jolloin kahdesta tuotteesta muodostuu trukilla helpommin nostettava pari. Lopuksi tuotteet kuljetetaan välivarastoon odottamaan kuljetusta asiakkaalle.

#### **4.12 Koepainonostin nro 65**

Koepainonostin nro 65 on nosturi, jota käytetään koepainojen nostamiseen vaa'an viikoittaisessa kalibroinnissa. Koepainonostin on punnituslinjaston ainoa laite, jonka kriittisyysluokka on B.

#### **4.13 Nosturi nro 38**

Nosturi nro 38 on nosturi, jota käytetään noin 500 kiloa painavien vannerullien nostamiseen varastoille yksi ja kaksi.

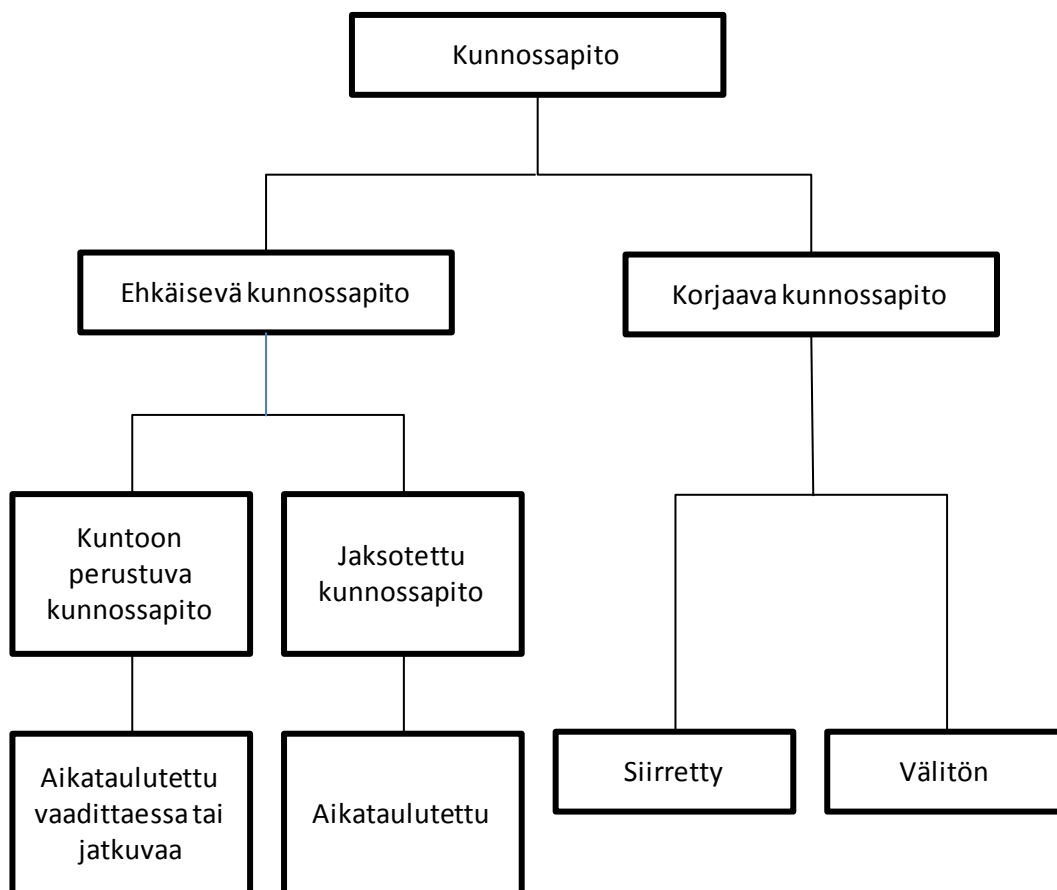
## **5 KUNNOSSAPITO**

Vikaantuminen on tapahtuma, jonka seurauksena kohteen kyky suorittaa vaadittu toiminto päättyy. (PSK Standardisointiyhdistys ry 2011, 14.) Yksinkertaisesti voidaan sanoa, että kunnossapidolla tarkoitetaan niitä toimenpiteitä, joita tehdään, jotta laitteen toimintakyky saadaan ylläpidettyä tai palautettua, eli kunnossapidon tarkoitus on vian poistaminen tai estäminen. Näiden toimenpiteiden suunnittelua, ohjausta ja valvontaa kutsutaan kunnossapidon johtamiseksi. (SFS-EN 13306 2010, 8.)

Kunnossapidon tavoitteena on laitteen toiminta niin, että siitä ei aiheudu ylimääräisiä kustannuksia, turvallisuus- tai ympäristöuhkia tai että laitteen normaali toiminta ei aiheuta tuotteiden tai laitteen laadun heikkenemistä. (SFS-EN 13306 2010, 6). Kunnossapitosuunnitelma on dokumentti, josta näkyvät ne tehtävät, menetelmäkuvaukset, resurssit ja aikataulut, joita tarvitaan kunnossapidon tekemiseen (SFS-EN 13306 2010, 8).

### **5.1 Kunnossapitolajit**

Kunnossapito voidaan kuvion 12 mukaisesti jakaa kahteen ala-lajiin, ehkäisevään kunnossapitoon ja korjaavaan kunnossapitoon sekä niiden alalajeihin.



KUVIO 12 Kunnossapitolajit (Kunnossapitoyhdistys Promaint ry 2009, 98.)

Korjaavassa kunnossapidossa toimenpiteisiin ryhdytään, kun laitteessa on havaittu vikaantuminen, ja sen tavoitteena on laitteen toimintakunnon palauttaminen. Korjaava kunnossapito on jaoteltu välittömään tai siirrettyyn korjaavaan kunnossapitoon, joista välittömään korjaavaan kunnossapitoon ryhdytään, jos kunnossapidon siirtämisestä aiheutuisi kohtuuttomia seurauksia. (SFS-EN 13306 2010, 24.)

Ehkäisevässä kunnossapidossa laitteen toiminta pyritään ylläpitämään joko ennalta määritellyllä aikavälillä tai kunnonvalvonnan tulosten analysoinnista saatuna ajankohtana. Kuntoon perustuva kunnossapito on tarkastusten, testausten ja kunnonvalvonnan tulosten analysointia hyväksi käyttävää ehkäisevää kunnossapitoa. Jaksotettua kunnossapitoa tehdään ennalta määriteltujen ajanjaksojen välein. (SFS-EN 13306 2010, 24.)

Vika- ja vaikutusanalyysin (VVA) tavoitteena on löytää laitevioista aiheutuvat vaarat, ja se soveltuu etenkin rajattujen teknisten järjestelmien analysointiin. Analyysissä tarkasteltavan järjestelmän vikamuodot ja niiden aiheuttamat järjestelmäviat sekä vaarat tunnistetaan jakamalla järjestelmä komponentteihin. Analyysin tuloksena saadaan selville komponenttien vioittumistavat, vikojen vaikutus järjestelmän toimintaan, vikojen havaitsemistavat ja arvio vikojen kriittisyydestä. (VTT 2003a.)

Kriittisyysanalyysissä analysoidaan vika- ja vaikutusanalyysin tuloksia, ja sen tavoitteena on selvittää vikaantumisen todennäköisyys ja kriittisyys eli vakavuus (Kunnossapitoyhdistys Promaint ry 2009, 128).

Työn turvallisuusanalyysin tarkoituksena on löytää tapaturmavaarat, jotka liittyvät työtehtävään tai tekniseen järjestelmään. Analyysissä työtehtävä jaetaan toimintoihin ja tunnistetaan toimintoon liittyviä tapaturmavaaroja sekä niiden syitä ja seurauksia. (VTT 2003b.)

## **5.2 Tuottava kunnossapito**

Total productive maintenance- eli TPM -filosofiasta käytetään suomen kielessä ilmaisua tuottava kunnossapito. Tuottavan kunnossapidon tavoitteena on tuotannon tehokkuuden ja laadun maksimointi, joka saavutetaan luomalla tuotannon koneille optimaaliset olosuhteet ja pyrkimällä tämän tilanteen ylläpitoon. Perustana on, että luotettavuuden pieneneminen johtuu olosuhteiden muuttumiseen optimaalisesta. (Kunnossapitoyhdistys Promaint ry 2009, 79.)

Tuottavan kunnossapidon tavoitteena on pitää kaikki tuotannolle tärkeät laitteet optimikunnossa ja maksimaalisessa suorituskvyssä. Tähän tavoitteeseen pyritään antamalla vastuu laitteiden kunnosta ihmisille, jotka niiden parissa eniten ovat, eli käyttäjille (Kunnossapitoyhdistys Promaint ry 2009, 79). Laitteen kanssa joka päivä työtä tekevä ihminen on paras henkilö havaitsemaan laitteen pieniä merkkejä mahdollisesta vikaantumisesta, oli se sitten poikkeava ääni, haju tai esimerkiksi laitteen hidastuminen.

Tuottavassa kunnossapidossa pyritään sen pääperiaatteiden mukaisesti vähentämään laiterikkoja, pitämään kone jatkuvasti huippukunnossa, lisäämään koneiden huolto päivittäiseen rutiiniin, kehittämään käyttäjien huoltotaitoja ja kehittämään laitteistoa turvallisemmaksi, helppokäyttöiseksi sekä mahdollisimman vähän kunnossapitoa vaativaksi. Näiden tavoitteiden saavuttamiseen paras keino on ottaa yrityksessä käyttöön 5S-menetelmä. (Kunnossapitoyhdistys Promaint ry, 80.)

### 5.3 5S

Ajoittaisten tehtaiden siivoustempausten sijaan useissa yrityksissä on otettu käyttöön 5S. 5S on menetelmä, jonka tarkoituksena on siistiä työympäristö ja järjestellä työssä tarvittavat työkalut ja materiaalit sekä luoda mittari, jolla siisteyttä voidaan mitata. 5S-menetelmä koostuu viidestä kohdasta, jotka alkuperäiskielessä alkavat s- kirjaimella (seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke). Ensimmäisen vaiheen *Lajittele ja erottele* tarkoituksena on poistaa työskentelyalueelta kaikki turhat esineet ja työkalut. Toisen vaiheen *Järjestä, määritä rajat ja tavaroiden sijainti* tarkoituksena on järjestää jäljellä olevat, työssä tarvittavat työkalut ja materiaalit omille, nimetyille paikoilleen. Vaihe kolme on *Puhdista ja kiillota*, ja sen tarkoituksena on ylläpitää työympäristön puhtaus ja siisteys. Vaihe neljä on *Aseta standardit ja ylläpidä*, ja sen tarkoituksena on vakiinnuttaa kolmessa ensimmäisessä kohdassa saavutetut parannukset ohjeistuksella. Viides ja viimeinen vaihe on *Ylläpidä ja pidä kiinni säännöistä*, ja sen tarkoituksena on ylläpitää siistitty ja parannettu työympäristö ja saada työntekijät tekemään kohtien yksi, kaksi ja kolme vaiheet säännöllisesti. (Laine 2010, 81.)

### 5.4 Käyttäjäkunnossapito

Käyttäjäkunnossapito on yksi tuottavan kunnossapidon peruspilareista. Sen tavoitteena on saada koneiden käyttäjät osaksi koneiden kunnonvalvontaa ja niiden toiminnan luotettavuuden ylläpitämistä. Käyttäjäkunnossapidon käyttöönoton ensimmäisessä vaiheessa määritellään käyttäjien tehtävät konekohtaisesti, lähinnä puhdistusta, tarkastusta ja pieniä huoltotoita. Toisessa askeleessa tehtäville mää-

ritetään suoritusajat. Kolmannessa määritetään, milloin kunnossapitohenkilökunta kutsutaan paikalle. Neljännessä askeleessa määritetään, miten tehdyt työt kirjataan kunnossapitojärjestelmään. Viides vaihe on käyttäjähuollon käyttöönotto. Tämän työn tarkoituksena on keskittyä kohtiin yksi, kaksi, kolme ja ideoida parannuksia kohdan neljä toteutukseen. (Laine 2010, 221–222.)

## 5.5 ODR

ODR tulee sanoista operator driven reliability, jotka suomennetaan käyttäjävetoiseksi luotettavuudeksi, ja sillä viitataan käyttöhenkilöstön suorittamiin, omistamiin ja hallinnoimiin kunnossapitotoimenpiteisiin. Tavoitteena on optimoida tuotantolaitoksen toiminta ja laajentaa perinteisiä käyttöhenkilöstön vastuualueita. ODR jaetaan kolmeen osa-alueeseen, eli equipment operating procedures (EOP), operation involved maintenance (OIM) ja operator performed maintenance (OPM). EOP viittaa laitteen toimittajan toimitusvaiheessa antamiin toimenpideohjeisiin. OIM viittaa toimenpiteisiin, joissa käyttäjä ja kunnossapito toimivat yhteistyössä, esimerkiksi kunnossapidon tilaaminen käyttöhenkilöstön huomaamaan vikaan tai puutteeseen. OPM puolestaan viittaa toimenpiteisiin, joita käyttöhenkilöstö suorittaa itse, kuten tarkastukset ja puhdistukset. (Numminen 2005, 32.)

ODR-konseptin perimmäinen ajatus, on että tehtaan kunnossapidon ja käyttäjien välinen raja-aita hälvennetään. Käyttäjät tekevät päivittäin havaintoja laitteiden toiminnasta, huomaavat pienetkin muutokset ja voivat täten havaita vian varhaisessa vaiheessa. Kunnossapito voi täten kohdistaa voimavarojaan enemmän korjaavaan ja huoltavaan toimintaan. TPM- filosofian käyttöönotto on pitkä prosessi ja ODR on sille hyvä ensimmäinen askel, sillä se hälventää kunnossapidon ja käyttäjien välisiä raja-aitoja ja tarjoaa mahdollisuuden kouluttaa työntekijöistä moniosajia. ODR sisältää tarkat ohjeet kunnossapidon toimenpiteistä: mitä tehdään, milloin, miten ja kenen tekemänä. Jotta ODR:stä saa täyden hyödyn irti, tulee toimenpiteiden olla sellaisia, että niillä voidaan välttää vikaantumista tai vähentää niiden seurauksia. (Numminen 2005, 32–33.)



Suuri osa ODR- järjestelmistä perustuu työkorttien ja tarkistuslistojen käyttöön. Näiden järjestelmien tehostamiseksi apuna ovat kämmentietokoneet, jotka helpottavat tiedonsiirtoa muihin järjestelmiin ja kommunikointia käyttäjien ja kunnossapidon välillä. Käyttäjien välittämää tietoa on kolmenlaista, staattista, esimerkiksi lämpötila, dynaamista, esimerkiksi värähtelymittaus, ja subjektiivista eli käyttäjän kirjoittamaa vapaamuotoista tekstiä tehdystä tarkastuksesta. Tiedon kerääminen sähköisillä välineillä helpottaa tiedon analysointia ja käyttöhenkilöstön pääsyä kunnossapidon tietoihin sekä neuvoihin. Tämä vähentää turhien hälytysten määrää ja vähentää tarvetta kutsua kunnossapito paikalle. ODR-ohjelma parantaa laitoksen käytettävyyttä, koska ongelmatilanteet havaitaan aikaisessa vaiheessa ja ne voidaan korjata nopeasti. Parannettu käytettävyys parantaa myös tehokkuutta ja tuotannon laatua. (Numminen 2005, 33–34.)

## 5.6 Kunnossapidon tunnusluvut

Kunnossapidon suorituskykyä voidaan arvioida sopivilla tunnusluvuilla. Tunnusluvut ovat kahden eri tekijän suhteita, joilla mitataan toimintoja, resursseja tai tapahtumia. Tunnusluvut on jaettu kolmeen ryhmään: taloudellisiin, teknisiin ja organisaatorisiin tunnuslukuihin. Näiden tunnuslukujen avulla yritys voi muun muassa mitata nykytilaa, tutkia ja vertailla suorituskykyä, määritellä vahvuuksia ja heikkouksia sekä valvoa ja ohjata parannusprosessia aika ajoin. Tunnuslukujen mittauksista ja analysoinnista yritys voi asettaa tavoitteita, suunnitella strategioita ja tiedottaa tuloksista informoiden ja motivoiden ihmisiä. (SFS-EN 15341 2007, 6–10.)

Tunnuslukuihin vaikuttavat tekijät voivat olla sisäisiä tai ulkoisia. Ulkoisiin tekijöihin yrityksen johto ei pysty vaikuttamaan, mutta sisäisiin pystyy. Ulkoisia tekijöitä ovat esimerkiksi työvoimakustannukset ja lainsäädäntö ja sisäisiä esimerkiksi yrityskulttuuri ja tuotantolaitoksen ikä. (SFS-EN 15341 2007, 10–12.) Tunnuslukuja tarkastellaan eri tunnuslukujen suhteena, nimittäjänä ja osoittajana. Esimerkkinä voisi olla kunnossapidon kustannukset tuotettua tuotetta kohti, joka lasketaan kaavalla:

$$\frac{\text{kunnossapidon kokonaiskustannus}}{\text{tuotantomäärä}}$$

Tunnuslukuja laskettaessa osoittajan ja nimittäjän tulee liittyä samoihin toimintoihin ja olla samalta ajanjaksolta. (SFS-EN 15341 2007, 8–10.)

Jotta organisaatio saa parhaan hyödyn tunnusluvuista, on ennen niiden käyttöönottoa harkittava, mitkä ovat tavoitteet. Tuotantolinjan tasolla tavoitteina voi olla esimerkiksi käytettävyyden parantaminen tai kunnossapidon kustannustehokkuuden parantaminen. Konetasolla tekijöinä voisivat olla esimerkiksi luotettavuus ja kustannukset. (SFS-EN 15341 2007, 20.)

## 5.7 Voitelu

Pintojen välisiä kosketuksia on kolmea lajia. Vierintäkosketusta esiintyy esimerkiksi vierintälaakereissa, liukukosketusta esimerkiksi liukulaakereissa ja näiden yhdistelmää esimerkiksi hammaspyörissä. (Kunnossapitoyhdistys ry 2006, 12.)

Pintojen kosketuksessa tapahtuu neljänlaista kulumista. Adhesiivinen kuluminen syntyy, kun kahden kappaleen pinnankarheushuiput koskettavat ja adhesiiviset pinnat leikkautuvat. Raskaalla kuormituksella ja puutteellisella voitelulla muodostuu vahvoja adhesiivisia liitoksia ja kuluminen on erittäin voimakasta. Abrasiivinen kuluminen syntyy, kun pinnankarheushuiput kyntävät toisiaan. Abrasiivista kulumista voi tapahtua myös leikkaamalla ja hauraasti murtamalla. Tribokemiallinen kuluminen tapahtuu kosketuspintojen pintakalvoissa, joten kuluminen on vähäistä. Metallipinta kuluu vain sen muodostaessa pintakalvoa. Väsymiskulumisessa kulumishiukkanen syntyy väsymismurtuman seurauksena, eli se vaatii vaihtuvaa pitkäaikaista kuormitusta ja alkusärön. Vierintälaakerin kestoikä lasketaan vierintäpinnan väsymistarkastelulla. (Kunnossapitoyhdistys ry 2006, 16–17.)

Viskositeetti tarkoittaa voiteluaineen sisäisen kitkan suuruutta. Mitä suurempi voiteluaineen viskositeetti on, sitä paksumpaa se on. Dynaamisen viskositeetin yksikkö on  $\text{Ns/m}^2$ , ja kinemaattinen viskositeetti saadaan dynaamisesta viskositeetista jakamalla se voiteluaineen tiheydellä, jolloin sen yksiköksi tulee  $\text{m}^2/\text{s}$ . Voiteluaineiden viskositeetti riippuu lämpötilasta; kylmä öljy on liian paksua kunnolliseen voite-

luun, ja kuumana se voi olla liian ohutta. Viskositeetin muuttumista lämpötilan suhteen kuvataan viskositeetti-indeksillä (vi)0. Mitä suurempi vi on, sitä vähemmän viskositeetti riippuu lämpötilasta. (Kunnossapitoyhdistys ry 2006, 17–18.)

Voitelurasvat koostuvat saentimesta, yleensä metallisaippuaperustaisesta, ja perusöljystä. Voitelurasvan kiinteys ei muutu lämpötilan vaikutuksesta yhtä voimakkaasti kuin voiteluöljyillä. Rasva muuttuu juoksevaksi vasta lämpötilassa, jossa öljy alkaa irrota rasvasta. (Kunnossapitoyhdistys ry 2006, 18–19.)

Kosketuspintojen kitkaa ja kulumista minimoidaan voitelulla, joka voi olla rajavoitelua, sekavoitelua tai nestevoitelua. Rajavoitelussa pintoja suojaavat ja liukastavat kalvot syntyvät voiteluaineen lisäaineiden reagoidessa kosketuspinnan kanssa, muodostaen ohuen, kitkaa pienentävän kalvon. Rajavoitelussa tapahtuu pinnan karheushuippujen kosketusta. Nestevoitelussa voitelukalvo erottaa pinnat täysin toisistaan, eli sen kitka on alhainen eikä materiaalin kulumista tai ennenaikaista väsymistä tapahdu. Sekavoitelutilanne on neste- ja rajavoitelun yhdistelmä, jossa osan kuormituksesta kantaa pienikitkainen voiteluainekalvo, ja loppu välittyy pinnankarheuden huippujen kautta. Voiteluainekalvon kasvaessa, pinnankarheushuippujen kuormitus vähenee. (Kunnossapitoyhdistys ry 2006, 18–19.) Raja- ja sekavoitelua käytetään yleensä hitaasti pyörivissä liuku- ja vierintälaakereissa, hammaspyörissä, hammaskytkimissä sekä murrosnivelissä, ja voitelu on yleensä rasvavoitelua. (Kunnossapitoyhdistys ry 2006, 30.)

## 6 KÄYTTÄJÄHUOLLON TOIMENPITEET

Boliden Kokkolassa kunnossapidon toimenpiteet on kerrottu työntekijöille viikkokartalla. Viikkokartassa näkyvät viikossa tehtävät kunnossapidon toimenpiteet. Toimenpiteet on jaoteltu tasaisesti eri päiville. Liitteestä 1 näkyy toimenpiteiden värikoodaus eri työntekijöille. Keltainen väri kuvaa punnitusryhmää, sininen autonlastaajaa ja harmaa terminaalitraktorin kuljettajaa.

Maanantaina punnitusryhmän aamuvuoro rasvaa haarukkavaunut 1 ja 2, autonlastaaja harjaa tuotetoimiston lattian ja punnitusryhmän iltavuoro tarkistaa lamellikuljettimen lamellien kiinnityksen sekä siivoaa kuljettimien ympäristön.

Tiistaina punnitusryhmän aamuvuoro tarkistaa oikaisu- ja keskityslaitteen öljyvuotojen varalta, autonlastaaja tarkistaa trukin renkaat, pesee ikkunat sekä tarkistaa koneen öljyvuotojen varalta ja punnitusryhmän iltavuoro tarkistaa vaaka 1:n öljyvuotojen varalta sekä puhdistaa laitteen ympäristön.

Keskiviikkona punnitusryhmän aamuvuoro tarkistaa visuaalisesti mustesuihkumerkintälaitteen, tarra-applikaattorin sekä maalausrobotin ja siivoaa niiden ympäristön, autonlastaaja harjaa tuotevaraston nurkat ja kasojen välit pienellä, työnnettävällä harjakoneella ja punnitusryhmän iltavuoro tarkistaa parittajan öljyvuotojen varalta ja puhdistaa sen ympäristön.

Torstaina punnitusryhmän aamuvuoro tarkistaa puristinlaitteen öljyvuotojen varalta, autonlastaaja tarkistaa visuaalisesti lastaussillan kunnan ja puhdistaa sen ympäristön ja punnitusryhmän iltavuoro tarkistaa sitomiskoneen, kelaimet ja varastot 1 ja 2 öljyvuotojen varalta sekä puhdistaa ne.

Perjantaina punnitusryhmän aamuvuoro tarkistaa trukkien renkaat rengasrikkojen varalta, pesee ikkunat ja tarkistaa ne öljyvuotojen varalta, autonlastaaja harjaa tuotevaraston lattian isolla, ajettavalla harjakoneella ja punnitusryhmän iltavuoro tarkistaa punnituslinjaston valokennot ja peilit ja puhdistaa ne tarvittaessa.

Lauantaina kuljettaja pesee terminaalitraktorin ikkunat, tarkistaa voitelujärjestelmän rasvan määrän ja renkaat rengasrikon varalta.

Etenkin syöttökuljettimen lamellien kiinnitysruuvit voivat löystyä, jos tuotteet laske-  
taan kuljettimelle liian voimakkaasti. Toistuva tärähtely voi löyhdyttää lamelleja  
siinä määrin, että ne jäävät puristukseen koneistoon täten aiheuttaen vakavan vi-  
kaantumisen.

Voitelussa kahden liikkuvan kappaleen väliin pyritään muodostamaan voitelukalvo,  
jolla estetään pienten epätasaisuuksien kosketukset ja kiinnihitsautumat. Liian vä-  
häisellä voitelulla laitteen sisäisten osien välinen kitka kasvaa, aiheuttaen kulumis-  
ta ja kuumentumista. (Blom, Lahtinen, Nuutio, Pekkola, Pyy, Rautiainen, Sampo,  
Seppänen, Suosara, 1999, 161.) Punnituslinjaston laitteissa voitelua kaipaavat  
laitteet sisältävät laakereita ja ne ovat hitaasti pyöriviä, joten voiteluna käytetään  
rasvavoitelua. Laakereiden ja ketjujen vaihdosta aiheutuu seisakkeja punnituslin-  
jaston toimintaan.

Puhdistustoimenpiteet ovat osa 5S-järjestelmää, ja niiden tavoitteena on ylläpitää  
siisti työympäristö. Valetuista sinkkituotteista saattaa tippua sinkkimurua. Sinkki-  
muru kertyy etenkin kuljettimien vetopäähän, ja jos sitä kertyy tarpeeksi, se saat-  
taa kulkeutua laitteistojen sisään ja vaurioittaa niitä. Sinkkimurukasat ovat myös  
työturvallisuusriski, sillä niihin voi kompastua tai liukastua.

Pienetkin öljyvuodot saattavat laajeta ja aiheuttaa vaaraa työturvallisuuteen ja ym-  
päristöriskin, jos öljy pääsee luontoon. Lisäksi öljyvuodon siivoaminen etenkin, jos  
se on laitteiston alla, on työlästä ja vaatii punnituksen keskeyttämisen siivouksen  
ajaksi.

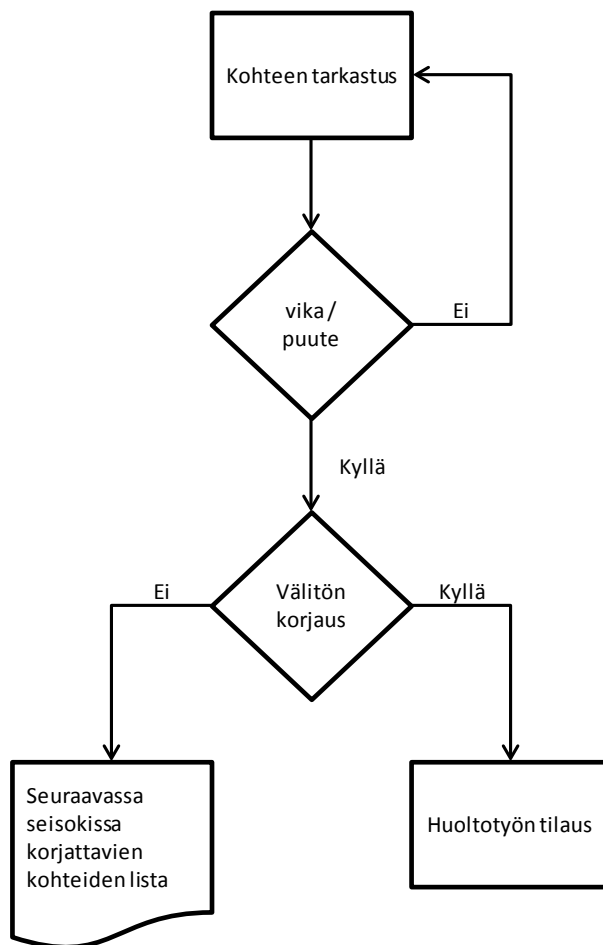
Kun trukin renkaiden vaurioituminen huomataan ajoissa, voidaan renkaan vaihto-  
operaatioon varata aikaa, eikä punnituksen tarvitse pysähtyä sen takia. Iso har-  
jauskone ei pääse tuotetoimiston nurkkiin tai kasojen väliin, vaan ne on puhdistet-  
tava työnnettävällä, pienellä harjakoneella.

Valokennojen ja peilien tarkoituksena on pysäyttää laite, jos jotain odottamatonta tapahtuu. Jos valokennot ovat epäkunnossa, laitteisto voi pysähtyä virheellisten hätäpysähdysten takia, tai pahimmassa tapauksessa aiheuttaa henkilövahinkoja, jos valokenno ei tunnista ihmisen kulkemista vaaralliseen paikkaan. Toimenpiteet on kuvattu yksityiskohtaisemmin liitteessä 4 olevassa ohjeessa.

## 7 PARANNUSEHDOTUKSIA

Punnituslinjaston tämänhetkinen kunnonpidon tarkistusten ohjeistus on toteutettu työnjohdon seinälle tulostamana liitteessä 1 näkyvänä listana, johon työntekijät kirjaavat tehdyn työn esimerkiksi ”ok”-kirjauksella. Voitaisiin selvittää, voisiko kuittaukset tehdä suoraan ARTTU-kunnossapitojärjestelmään, Tämä olisi oiva tapa kerätä kunnossapitodataa, jota voitaisiin analysoida ja käyttää kunnossapidon suunnitteluun. Tämän käytännön etuna olisi se, että järjestelmään tallentuisi se, milloin toimenpide on tehty, ja myös se kuka sen on tehnyt. Kirjausta voisi helpottaa kannettavalla lukulaitteella, joka lukisi esimerkiksi viivakoodeja, jotka olisivat tarkistettavan kohteen läheisyydessä.

Kuviossa 13 näkyy vuokaaviona, kuinka tarkistusten kanssa voitaisiin menetellä. Työntekijä tekee tarkastuksen, ja jos hän huomaa vian, hän tekee siitä kirjauksen ARTTU-kunnossapitojärjestelmään. Työnjohto yhdessä kunnossapidon kanssa päättää, tarvitseeko kohde välitöntä korjausta vai lisätäänkö vika kohdaksi seuraavan seisokin aikana tehtäviin korjauksiin.



KUVIO 13. Laitteiston viikoittaisen tarkastuksen vuokaavio

Tällä hetkellä punnituslinjaston kunnossapidolle ei ole varattu aikaa, vaan toimenpiteitä on tehty, kun työntekijät ovat ehtineet. Kunnossapidon säännöllisyys ja laatu voisivat parantua, jos kunnossapidon toimenpiteille olisi varattu säännöllinen aika, jolloin kaikki toimenpiteet tehtäisiin. Jos kaikki käyttäjähuollon toimenpiteet tehtäisiin samaan, aikatauluun merkittyyn aikaan, eliminoisi se tiettyjen töiden päällekkäisyyksiä. Esimerkiksi poikittaiskuljettimen vetopään siivous on tehtävänä hyvin lähellä vaa'an ympäristön siivousta, sillä ne ovat vierekkäin.

Kaikkia tähän asti tehtyjä huoltoja ei käytännön kokemusten perusteella tarvitse tehdä joka viikko, vaan kahden viikon välein riittää. Tämän vuoksi kunnossapidon toimenpiteet voisi jakaa kahdelle viikolle. Liitteissä 2 ja 3 on kuvattu kunnossapi-



don toimien uusi viikkokartta, jossa kaikki työt on siirretty sunnuntaille ja jaettu kahden viikon ajalle.

## 8 YHTEENVETO

Boliden Kokkola Oy:n punnituslinjasto on kriittinen osa laitoksen toimintaa. Tämän työn tarkoituksena oli kehittää punnituslinjaston käyttäjähuoltoa. Total productive maintenance -filosofiassa tuotannon sujuvuus on määritelty kaikkien tuotantolaitoksen työntekijöiden tavoitteeksi. Tuotantolaitoksen laitteet pyritään pitämään jatkuvasti maksimisuorituskyvyssä ja tekemään niistä mahdollisimman yksinkertaisia huoltaa. Vastuu tuotannon laitteiden huollosta on osittain annettu käyttäjille.

TPM -filosofian avuksi on olemassa monia järjestelmiä, ja tärkeimmät niistä ovat 5S ja ODR. 5S-järjestelmässä pyritään ensin pääsemään eroon materiaaleista ja työkaluista, joita ei tarvita päivittäisessä työssä. Seuraavissa vaiheissa jäljelle jääneet tarvikkeet järjestellään nimetyille paikoilleen ja huolehditaan työympäristön siistimisestä. Näiden vaiheiden jälkeen pyritään vaiheet toistamaan ja ylläpitämään saavutettu siisteys. ODR eli operator driven reliability on järjestelmä, jossa laitteen luotettavuudesta on vastuussa ensimmäisenä koneen käyttäjä. ODR:n tavoitteena on myös hälventää kunnossapidon ja käyttäjien eroa ja saada käyttöhenkilöt osallistumaan laitteiden kunnossapitoon lähinnä tarkastuksilla, puhdistuksilla, rasvauksilla ja pienillä korjauksilla. Tässä järjestelmässä käyttäjien tekemien huoltotoimenpiteiden ohjeistamisella on tärkeä merkitys.

Kunnossapidon tunnusluvut ovat tärkeä apuväline mittaamaan kunnossapidon tehokkuutta, ja niiden analysoinnilla voidaan suunnitella strategioita ja informoida ja motivoida työntekijöitä. Tunnuslukuilla voidaan mitata paitsi tuotannon sisäisiä, mutta myös ulkoisia tekijöitä. Käyttäjähuollon tehtävien suorittaminen on ohjeistettu ja aikataulutettu tämän työn liitteissä.

## LÄHTEET

Blom, S., Lahtinen, P., Nuutio, E., Pekkola, K., Pyy, S., Rautiainen, H., Sampo, A., Seppänen, P., Suosara, E. 2006. Koneenelimet ja mekanismit. 4., uudistettu painos. Helsinki: Edita Publishing Oy

Boliden Kokkola Oy. 2012a. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://partner.boliden.com/www/bolidense.nsf/%28WebPagesByID%29/EB0BE64732BDBF1CC125720D0031658B?OpenDocument&CategoryNr=03> . Luettu 17.11.2012.

Boliden Kokkola Oy. 2012b. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://partner.boliden.com/www/bolidense.nsf/951b4d7cbfc58bc6c1256df80037d8f3/0f4e0a4a11cbb58ec125720d003beb9a?OpenDocument> . Luettu 16.11.2012.

Boliden Kokkola Oy. 2012c. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://partner.boliden.com/www/bolidense.nsf/951b4d7cbfc58bc6c1256df80037d8f3/2abb1a84434ed429c125720d003c1d4c?OpenDocument> . Luettu 19.11.2012.

Boliden Kokkola Oy. 2012d. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://partner.boliden.com/www/bolidense.nsf/951b4d7cbfc58bc6c1256df80037d8f3/d6df3d2a15753106c125720d003c42ef?OpenDocument> . Luettu 20.11.2012.

Boliden Kokkola Oy. 2012e. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://partner.boliden.com/www/bolidense.nsf/951b4d7cbfc58bc6c1256df80037d8f3/6a6d10da1982060ac125720d00328d36?OpenDocument> . Luettu 11.12.2012.

Boliden Kokkola Oy. 2012f. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://partner.boliden.com/www/bolidense.nsf/951b4d7cbfc58bc6c1256df80037d8f3/62afaca5cee99752c125720d003c8b44?OpenDocument> . Luettu 12.12.2012.

Boliden Kokkola Oy. 2012g. Keskustelua Boliden Kokkola Oy:n asiantuntijoiden kanssa.

Boliden Kokkola Oy. 2013. Yhteiskuntavastuun raportti 2012. Pdf-tiedosto. Saatavissa: [http://www.boliden.com/Documents/Press/Publications/Sustainability%20Reports/Boliden\\_Kokkola\\_Sustainability.pdf](http://www.boliden.com/Documents/Press/Publications/Sustainability%20Reports/Boliden_Kokkola_Sustainability.pdf). Luettu 17.4.2012.

Kunnossapitoyhdistys Promaint ry. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. Kerava: Kp-Media Oy.

Kunnossapitoyhdistys ry. 2006. Teollisuusvoitelu. Hamina: Kp-media Oy.

Laine, H. 2010. Tehokas kunnossapito. Kerava: Kp-Media Oy.

Numminen, A. 2005. Operator Driven Reliability (ODR) osana käynnissäpito- ja kunnossapitotoimintaa. Kunnossapito 1, 32–34.

PSK Standardisointiyhdistys ry. PSK 6201- Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. 2011. Saatavissa: <http://www.psk-standardisointi.fi/Standard/Ryhma62/psk6201.pdf>. Luettu 17.2.2013.

SFS-EN 13306- Kunnossapito. Kunnossapidon Terminologia. 2010. Suomen Standardisointiliitto SFS ry. Pdf-tiedosto. Saatavissa: <https://sales.sfs.fi/sfs/servlets/DownloadServlet?action=getFile&forContract=10214&productId=240922>. Luettu 15.3.2013.

SFS-EN 15341 Kunnossapito. Kunnossapidon avaintunnusluvut. 2007. Suomen Standardisointiliitto SFS ry. Pdf-tiedosto. Saatavissa: <https://sales.sfs.fi/sfs/servlets/DownloadServlet?action=getFile&forContract=10214&productId=240860>. Luettu 18.3.2013.

VTT. 2003a. Www-dokumentti. Saatavissa: [http://www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/riskianalyysit\\_vika\\_ja\\_vaikutusanalyysi\\_vva.jsp](http://www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/riskianalyysit_vika_ja_vaikutusanalyysi_vva.jsp). Luettu 26.2.2012.

VTT. 2003b. Www-dokumentti. Saatavissa: [http://www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/riskianalyysit\\_tyon\\_turvallisuusanalyysi\\_tta.jsp](http://www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/riskianalyysit_tyon_turvallisuusanalyysi_tta.jsp). Luettu 10.2.2012.

## LIITE 1: Tuotetoimiston viikkohuoltokartta

[illegible]

LIITE 2. Käyttäjahuollon muutettu viikkokartta viikko 1

Viikko		1						
TUOTETOIMISTO KÄYTTÄJÄ- HUOLTO		TYÖ 1	TYÖ 2	TYÖ 3	TYÖ 4	TYÖ 5	TYÖ 6	TYÖ 7
Maanantai		TRUKIT Renkaiden tarkistus, ikkunoiden pesu ja tarkistus öljyvuojojen varailta						
Tiistai		TRUKIT Renkaiden tarkistus, ikkunoiden pesu ja tarkistus öljyvuojojen varailta						
Keskiviikko		TUOTEVARASTO Nurkkien ja kassojen välien harjaus						
Torstai		LASTAUSSILTA Kunnon tarkastus ja ympäristön puhdistus						
Perjantai		TUOTEVARASTO lattian harjaus						
Lauantai		TERMINAALITRAKTORI pesu, vetoliuotteen ja öljyn määrän tarkistus/lisäys, ikkunoiden pesu, renkaiden tarkistus.						
Sunnuntai		OKAISU- JA KESKITYSLAITE Tarkistus vuotojen varailta.	MERKKITÄLITTEET Visuaalinen tarkastus ja robottien ja ympäristön puhdistus.	PURISTINLAITE Tarkistus vuotojen varailta	LAMELIKULJETTIMET Lamellien kinnityksen tarkastus, ympäristön puhdistus-erityisesti vetopää.	VAAKA 1 Tarkistus öljyvuojojen varailta ja ympäristön puhdistus	PARITAJA Tarkistus Öljyvuojojen varailta ja ympäristön puhdistus	

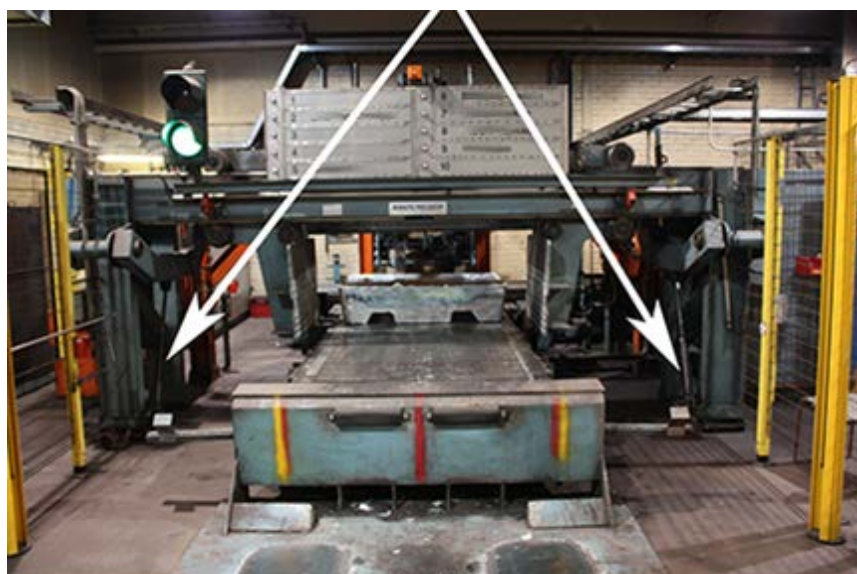
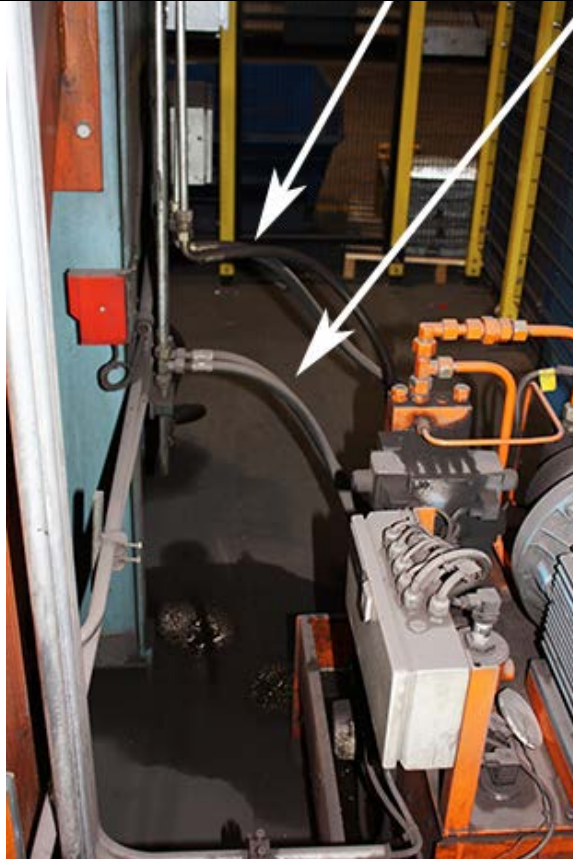
LIITE 3. Käyttäjahuollon muutettu viikkokartta viikko 2

Viikko	TUOTETOIMISTO KÄYTTÄJÄ- HUOLTO	TYÖ 1	TYÖ 2	TYÖ 3	TYÖ 4	TYÖ 5	TYÖ 6	TYÖ 7
		Maanantai	TRUKIT Renkaiden tarkistus, akunoiden pesu ja tarkistus öljyvuojojen varailta					
		Tiistai	TRUKIT Renkaiden tarkistus, akunoiden pesu ja tarkistus öljyvuojojen varailta					
		Keskiviikko	TUOTEVARASTO Nurkkien ja kascöjen välien harjaus					
		Torstai	LASTAUSSELÄ Kuscon tarkistus ja ympäristön puhdistus					
		Perjantai	TUOTEVARASTO lattiain harjaus					
		Lauantai	TERMINAALITRAKTORI pesu, voiteluaineen ja ölyn määrän tarkistustulokset, akunoiden pesu, renkaiden tarkistus.					
		Sunnuntai	HAARUKKAVÄLUN 1 JA 2 Reaavaus	VAAKA 1 Mekanikan tarkastus valmistajan ohjeen mukaan,öljyvuojo ja ympäristön puhdistus	SITOMISKONE KELAimet JA VARASTOT 1 JA 2 Tarkistus öljyvuojojen varailta ja puhdistus	PURISTINLAITE Tarkista vuodot	VALOKENNOT JA PELIT Tarkistus, puhdistus tarvittaessa	

KESKITYS- JA OIKAISULAITE

Tarkistus

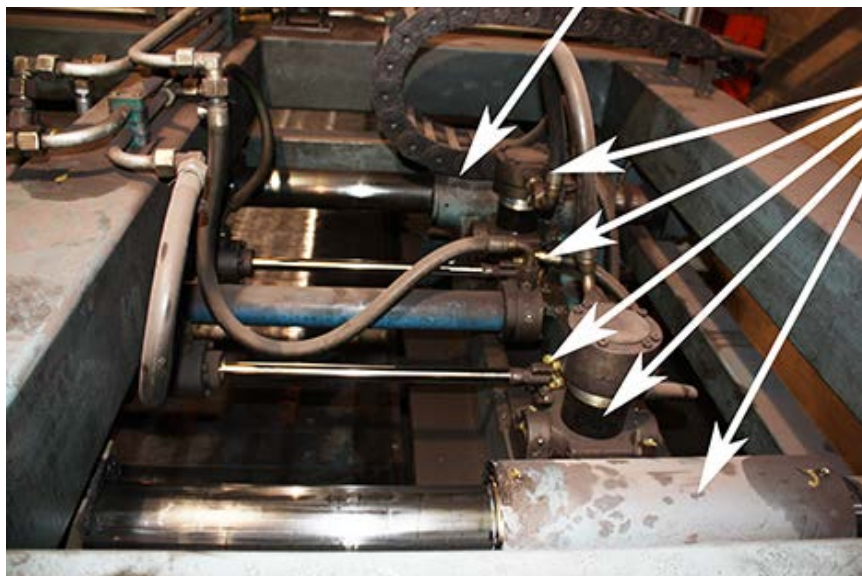
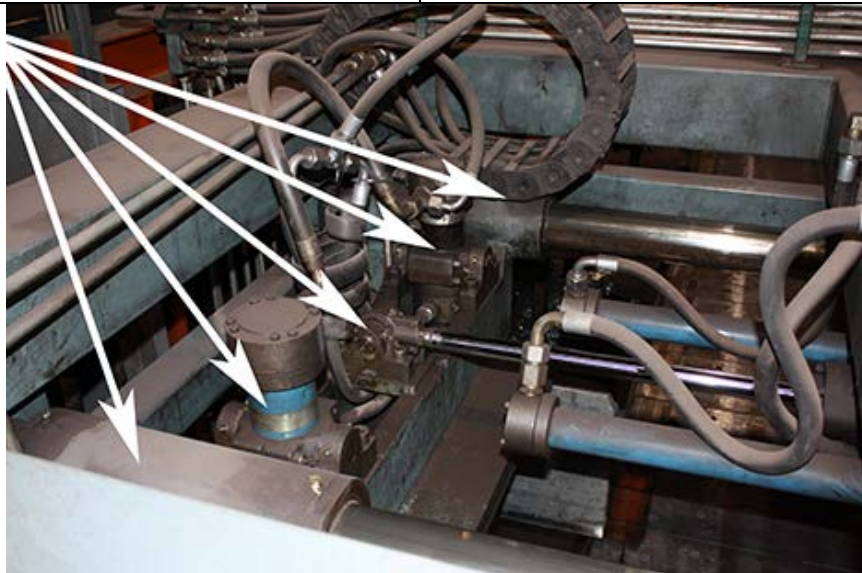
Tarkista kuvassa näkyvät sylinterit ja niistä lähtevät hydraulikkaputket vuotojen varalta.





LIITE 4/2: Käyttäjähuollon ohjeet.

HAARUKKAVAUNU 1 ja 2	
Rasvaus	Puhdista ja lisää rasvaa kuviin merkittyjen koneenosien rasvanippoihin.
Tarkistus	Tarkista hydraulikkaletkut vuotojen varalta.



LIITE 4/3: Käyttäjähuollon ohjeet.



Rasvaus

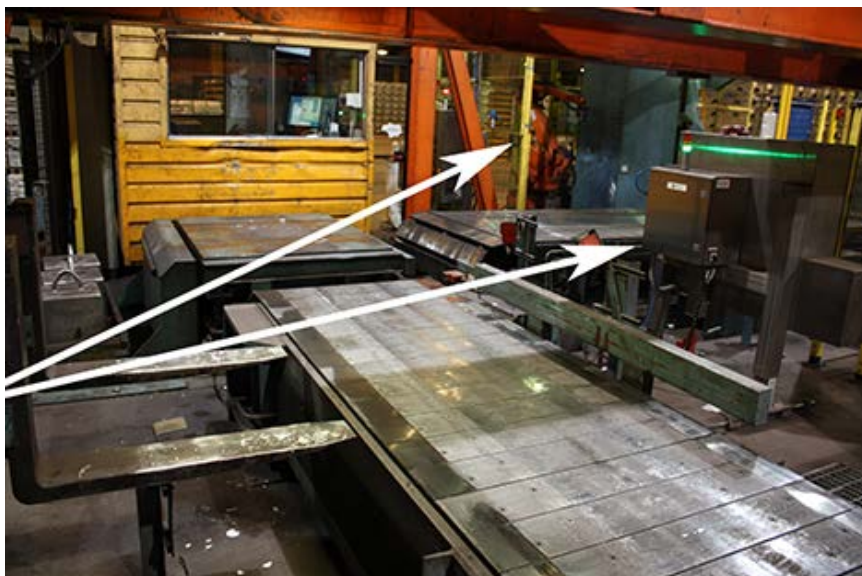
Lisää hammastankoon rasvaa tarvittaessa.



LIITE 4/4: Käyttäjähuollon ohjeet.

MERKINTÄLAITTEET (Mustesuihkumerkintälaite, tarra-applikaattori ja väri-merkintälaite)

Tarkistus	Tarkista robottien rakenne visuaalisesti mahdollisten kulumisen tai väsymisen varalta.
Puhdistus	Puhdista robottien ja tarralaitteen ympäristö sinkkimuruista ja roskista.





OIKAISUPURISTIN JA SIDONTALAITE

Tarkistus


Tarkista laitteiden hydraulikkaputket mahdollisten öljyvuotojen varalta.

Puhdistus

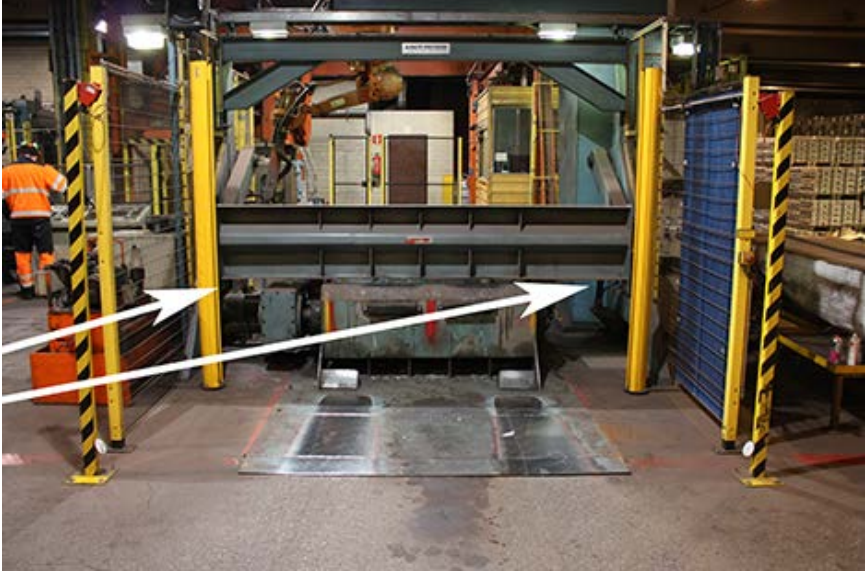
Puhdista laitteen ympäristö sinkkimu-  
ruista ja roskista.



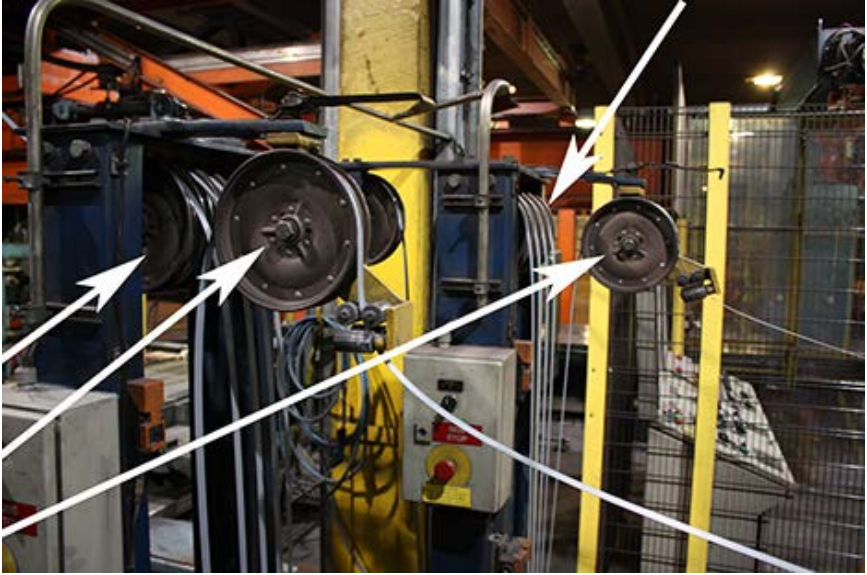
LIITE 4/6: Käyttäjähuollon ohjeet.

VAAKA 1	
Tarkistus	Tarkista vaa'an alusta ja putkisto öljy- vuotojen varalta.
Puhdistus	Puhdista vaa'an ympäristö sinkkimuruista ja roskista.
Tarkistus	Punnitustarkistus
	

LIITE 4/7: Käyttäjähuollon ohjeet.

PARITTAJA	
Tarkistus	Tarkista kuvaan merkityt hydraulikkasyylinterit ja -putkistot öljyvuotojen varalta.
Puhdistus	Puhdista parittajan ympäristö sinkkimuruista ja roskista.
	

LIITE 4/8: Käyttäjähuollon ohjeet.

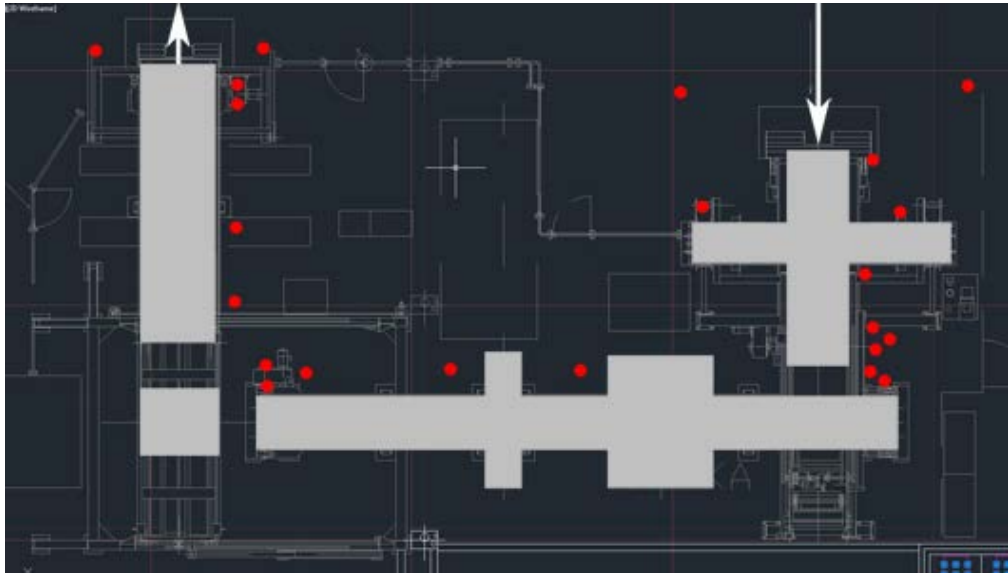
KELAIMET	
Tarkistus	Tarkista kuvaan merkityt rullat mahdollisten mekaanisten kulumisten varalta.
Puhdistus	Puhdista laitteen likaantuneet pinnat.
	



## VALOKENNOT JA HEIJASTIMET


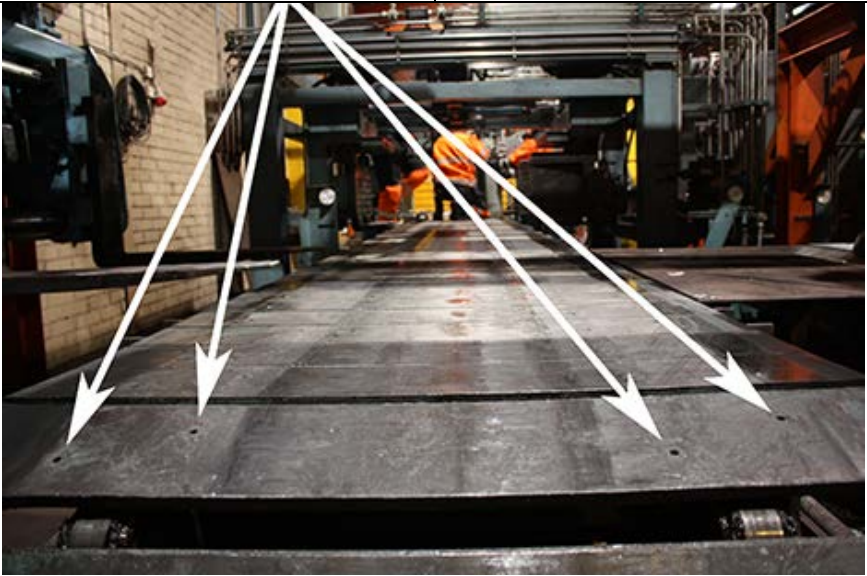
Tarkistus

Tarkista karttaan merkityt valokennot ja niitä vastaavat heijastimet ja puhdista kankaalla tarvittaessa.





LIITE 4/10: Käyttjähuollon ohjeet.

KULJETTIMET (Syöttökuljetin, poikittaiskuljetin, poistokuljetin).	
Rasvaus	Puhdista kankaalla ja lisää rasvaa rasvanippoihin (rasvanippa akselin molemmin puolin ja kuljettimen molemmissa päissä.)
	
Tarkistus	Tarkista lamellien kiinnitysruuvin kiireys, kiristä tarvittaessa.
	

LIITE 4/11: Käyttjähuollon ohjeet.

Puhdistus

Puhdista ympäristö sinkkimuruista ja roskista.



LIITE 4/12: Käyttäjähuollon ohjeet.

Trukit	
Tarkistus	Tarkista renkaat rengasrikkojen varalta, lisää ilmaa tarvittaessa.
Puhdistus	Puhdista trukin ikkunat.
Tarkistus	Tarkista trukki mahdollisten öljyvuotojen varalta.
Terminaalitraktori	
Tarkistus	Tarkista voitelujärjestelmän rasvan määrä ja lisää tarvittaessa.
Puhdistus	Puhdista terminaalitraktorin ikkunat.
Tarkistus	Tarkista renkaat rengasrikkojen varalta, lisää ilmaa tarvittaessa.